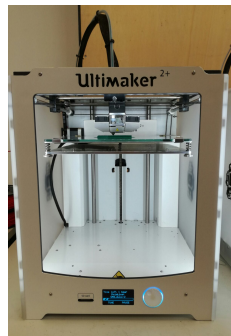


# **3D-Druck - Entwicklung eines Workshops im Technoseum Mannheim**



**Abschlussbericht der  
Kooperationsphase 2017/18  
Durchgeführt am Institut:  
Technoseum  
Betreuer: Frau Dr. Anke Neuhaus**

Cathleen Jansen  
Jonathan Gerlach  
Tobias Gund

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Materialien und Methoden.....</b>	<b>3</b>
2.1	Der 3D-Drucker.....	3
2.1.1	Geschichte.....	3
2.1.2	Anwendungen des 3D-Drucks.....	4
2.1.3	Funktionsweise des Ultimaker 2+.....	4
2.2	Das Programm 123DDesign.....	5
2.2.1	Vergleich zu anderen CAD-Programmen.....	5
2.2.2	Nutzungsweise.....	6
2.2.3	Beispiel für ein Modellentwurf mit 123DDesign.....	7
<b>3</b>	<b>Der Workshop.....</b>	<b>9</b>
3.1	Planungsphase.....	9
3.2	Durchführung des Workshops.....	10
3.2.1	Einführung ins Projekt.....	10
3.2.2	Gruppenarbeitsphase.....	10
3.2.3	Führung durchs Museum.....	11
<b>4</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>12</b>
4.1	Evaluation.....	12
4.2	Erkenntnisse und Verbesserungen.....	12
<b>5</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Quellen.....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Selbstständigkeitserklärung.....</b>	<b>16</b>

# 1 Einleitung

In unserem Projekt der Hector-Kooperationsphase durften wir uns in Zusammenarbeit mit dem Technoseum Mannheim mit dem Projekt der Industrie 4.0. befassen: dem 3D-Drucker. Insbesondere in der Autoindustrie, die große Stückzahlen produzieren muss, um dem internationalen Wettbewerb standhalten zu können, wird mehr und mehr automatisiert.

Seit einiger Zeit besitzt das Technoseum einige 3D-Drucker, welche nun in Verbindung mit der neuen Ausstellung über Kraftfahrzeuge und die Automobilproduktion in einem Workshop verwendet werden sollten. Zunächst musste ein geeignetes 3D-Design-Programm ausgewählt werden. Hauptziel des Projektes war die Gestaltung des Workshops für Schüler im Unter- und Mittelstufenalter. Dazu musste zunächst eine geeignete, motivierende Aufgabenstellung für die Teilnehmer an dem Workshop formuliert werden. Anschließend wurde eine Gliederung des Workshops erarbeitet: Hierfür war eine Input-Phase mit Präsentationen und Demonstrationen zu gestalten. Nach dieser Phase sollten die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein, innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit in Gruppenarbeit ein Modell zu entwerfen, welches später mit dem 3D-Drucker ausgedruckt werden sollte. Nach einer Besprechung der Ergebnisse im Plenum sollte ein Besuch der Ausstellung den Workshop abrunden. Dabei sollte auch der Bezug zur Arbeitswelt hergestellt werden.

Eine Erprobung des von uns erarbeiteten Konzeptes fand im Juni 2017 mit einem Hector-Kurs aus Heidelberg (Klassenstufe 6) statt.

## 2 Materialien und Methoden

### 2.1 Der 3D-Drucker

Um das Projekt vorzubereiten, wurde uns der 3D-Drucker Ultimaker 2+ zur Verfügung gestellt. Ein 3D-Drucker erzeugt aus einem festen Material ein dreidimensionales Modell, entweder im additiven oder subtraktiven Verfahren. Das additive Verfahren ist vergleichbar mit dem Bau aus Legosteinen: Aus kleinen Stücken wird etwas Größeres aufgebaut. Das subtraktive Verfahren bezeichnet beispielsweise die Arbeit eines Steinmetzes, der aus einem zu großen Stück eines Materials das kleinere Endprodukt durch Abschaben, Herausmeißeln oder Ausbrennen herstellt. 3D-Druck ist über die Zeit immer präziser geworden, jedoch hat jedes der unterschiedlichen Verfahren seine eigenen Limits.

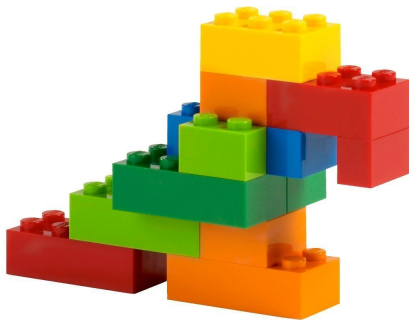


Abbildung 1: Additives Verfahren



Abbildung 2: Subtraktives Verfahren

#### 2.1.1 Geschichte

Die Geschichte des 3D-Drucks beginnt bereits früher, als man denken würde:

Bereits im Jahr 1981 wurden die ersten zwei Verfahren mit lichthärtendem Material entwickelt, doch die Industrie fand keine Verwendung für die neue Technik. 1984 wurde die Erfindung dann patentiert, doch die Weiterentwicklung des Verfahrens wurde „aus Mangel an Perspektive“ aufgegeben.

1988 wurde dann das „fused deposition modeling“ entwickelt, welches auch vom Ultimaker 2+ verwendet wird. Dabei wird ein Harz oder Plastik geschmolzen und schichtweise aufgetragen.

Erst seit 2010 wird der 3D-Druck vermehrt verwendet, z.B. in der Kunst, oder in der Medizin.

Auf Grund dieser Geschichte kann man sagen, dass die Entwicklung des 3D-Drucks seiner Zeit voraus war, und dass zunächst andere Technologien entwickelt werden mussten, um dem 3D-Druck populärer zu machen. Die Entwicklung des 3D-Druckers zum Massengerät steht jedoch noch aus.

## 2.1.2 Anwendungen des 3D-Drucks

Der 3D-Druck hat sich in den letzten Jahren in den verschiedensten Bereichen etabliert. Das 3D-Druckverfahren wird so zum Beispiel in der Automobilindustrie genutzt, da hier Modelle einfacher und kostengünstiger hergestellt werden können. Des Weiteren ist ein großer Anwendungsbereich die Medizin, da hier individuelle Rekonstruktionen erstellt werden können. So können zum Beispiel Tumore ausgedruckt werden, damit man sich diese genauer ansehen kann und so die Operation effektiver planen und durchführen kann. In der Medizin werden zum Beispiel auch gipsartige Schienen hergestellt, die den Heilungsprozess des Knochens sogar noch beschleunigen können, da sie sehr individuell an die Bedürfnisse des Patienten angepasst werden können. In der Architektur können Gebäude sehr genau 3D-visualisiert werden und dadurch mögliche Konstruktionsfehler besser erkannt und dann später im Original vermieden werden. Das 3D-Druckverfahren bietet außerdem auch dann große Vorteile, wenn von Ersatz- und Einzelteilen nur kleine Stückzahlen produziert werden müssen, da hierbei die Produktion individuell an den Bedarf der Kunden angepasst werden kann, auch wenn das eigentliche Produkt schon lange nicht mehr auf dem Markt ist und keine Ersatz- und Zubehörteile mehr zur Verfügung stehen würden. Auch Einzelanfertigungen in der Innenausstattung können durch das 3D-Druckverfahren kostengünstiger produziert werden.

## 2.1.3 Funktionsweise des Ultimaker 2+

Der Ultimaker 2+ verwendet die Technik des „fused deposition modeling“. Das dafür benötigte Filament ist auf der Rückseite des Druckers auf eine Rolle gewickelt angebracht und wird über einen Schlauch zur Druckerspritze gezogen, wo es dann

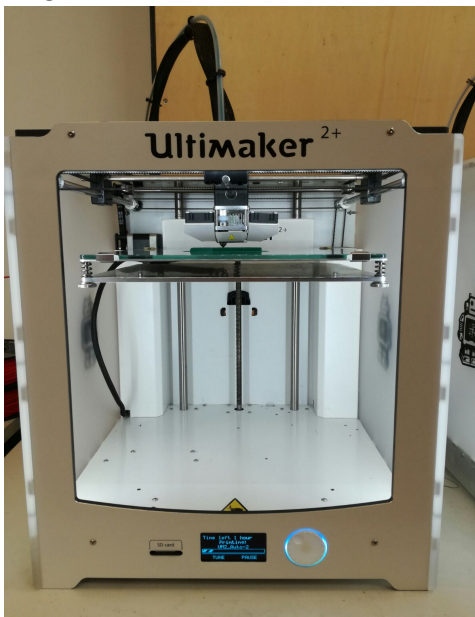


Abbildung 3: Ultimaker 2+

auf 180-260°C erhitzt und geschmolzen wird. Die Düse selbst kann in einer horizontalen Ebene bewegen, die leicht angeheizte Platte (50-100°C) in vertikaler Richtung.

Der Ultimaker 2+ kommt als Standalone-Gerät, und der Innenbereich ist ausgeleuchtet durch weiße LEDs.

Um ein Modell zum Drucken an den Drucker zu geben, muss auf eine SD-Karte die mit dem Programm Cura vorbereitete Datei geladen werden. Diese liest der Drucker dann aus und druckt. Abhängig von Größe und Detailreichtum des Modells ist der Druck recht zeitaufwendig. Für die von uns gedruckten Modelle bewegte sich der Zeitbedarf in einem Bereich von ca. ein

bis zwei Stunden. Dies schloss sofort aus, dass alle Schüler ihr eignes designtes Automobilmodell mit nach Hause nehmen konnten.

## 2.2 Das Programm 123DDesign

### 2.2.1 Vergleich zu anderen CAD-Programmen

Unsere Aufgabe war es, einen Workshop für Schüler zu erstellen. Da das Thema 3D-Druck/er in der Schule nicht behandelt wird, gingen wir davon aus, dass ein Workshop für Neulinge in diesem Gebiet erstellt werden sollte. Dementsprechend mussten wir uns für ein Programm entscheiden, welches für Einsteiger gut geeignet war. Zudem sollte das Programm kostenlos sein. Die Suche wurde uns erleichtert, da Frau Neuhaus ein paar geeignete Programme nannte. Nachdem wir diese Programme alle getestet hatten, fiel unsere Entscheidung schließlich auf 123D-Design.

#### 1. OpenSCAD:

Dieses Designprogramm besteht aus einem Texteingabefeld und einer graphischen Anzeige, die das schriftlich programmierte in eine Grafik umsetzt. Dadurch, dass man alle Befehle wie bei einer Programmiersprache erst einmal beherrschen muss, um sie dann mit der richtigen Syntax aufzuschreiben, ist dieses Programm für Einsteiger eher nicht geeignet und somit schied dieses Programm aus.

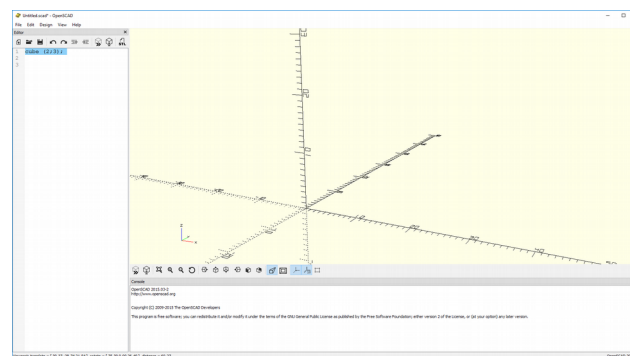


Abbildung 4: OpenSCAD Nutzeroberfläche

#### 2. SketchUp:

SketchUp ist ein graphisches Designprogramm. Man arbeitet direkt an dem in der Grafik dargestellten Objekt und nicht wie bei OpenSCAD indirekt über ein Textfeld. Dadurch ist es zwar für Neulinge besser geeignet als OpenSCAD, jedoch ist die Ansicht manchmal etwas verwirrend, was die Proportionen und den Winkel zwischen den Flächen betrifft. Dafür hat es viele Funktionen und man kann sehr genau und ohne großen Aufwand arbeiten.

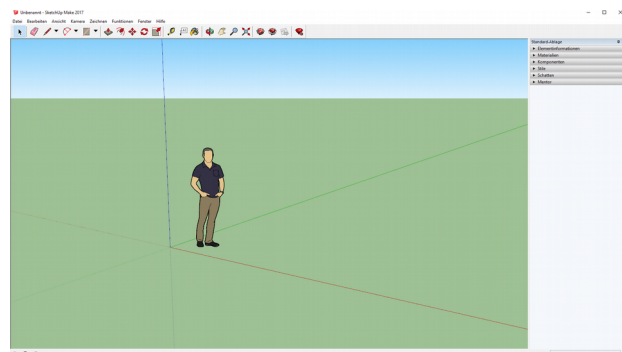


Abbildung 5: SketchUp Nutzerumgebung

#### 3. 123D-Design:

Das Programm 123D-Design ist auch ein graphisches Designprogramm und hat somit alle Vorteile gegenüber OpenSCAD, die auch SketchUp hat.

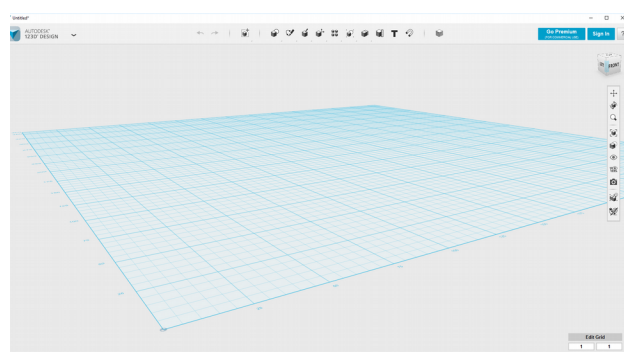


Abbildung 6: 123DDesign Nutzerraster

Von den drei Programmen hat es unserer Meinung nach die schönste Benutzeroberfläche und ist am einfachsten zu bedienen. Bei 123D-Design liegt kein Koordinatensystem, sondern ein Gitter als eine Art Bodenplatte zugrunde, auf dem man dann seine Objekte positioniert und erstellt. Im Vergleich zu SketchUp gibt es nur minimale Funktionseinbußen, die aber für Neulinge keine Rolle spielen sollten.

## 2.2.2 Nutzungsweise

### Die Oberfläche:

Die Oberfläche von 123D-Design besteht aus einem Gitter als Bodenplatte, auf der die Modelle aufgebaut werden. Außerdem gibt es zwei Toolbars: Eine am oberen und eine am rechten Rand.

An der oberen Toolbar können Einstellungen vorgenommen werden, die das Modell betreffen. Die Toolbar am rechten Rand ist den Ansichtseinstellungen vorbehalten. Über der rechten Toolbar befindet sich ein Würfel, mit dem man die Ansicht auf die Ebene ändern kann.

### Die obere Toolbar:

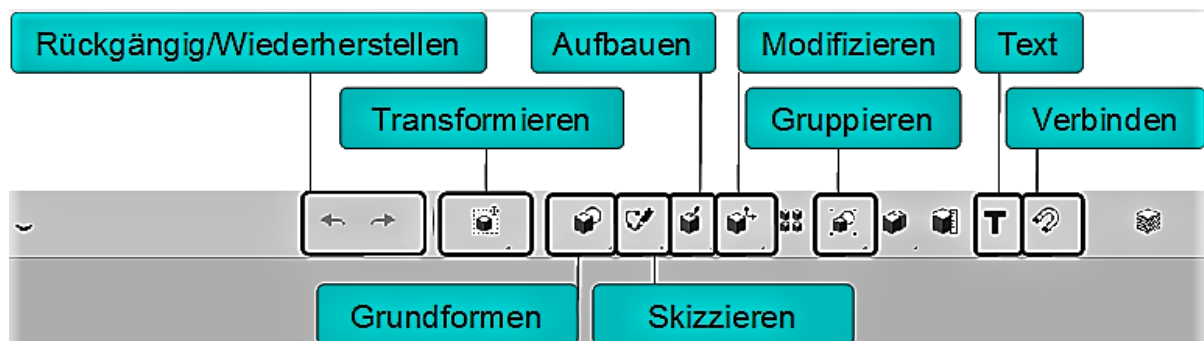


Abbildung 7: obere Toolbar

Man kann auf der oberen Toolbar Einstellungen, die das Modell betreffen, ändern und neue Modelle erschaffen. Hierbei helfen die Grundformen oder die Skizzen.

Außerdem befinden sich hier elementare Einstellungen wie „Rückgängig“ und „mergen“. Unter „mergen“ versteht man das Zusammenführen zuvor getrennter Objekte zu einem gemeinsamen.

### Die seitliche Toolbar:



Im oberen Teil der Toolbar kann man die Ansicht auf Objekte mit Hilfe von drei Tools verändern.

Im mittleren Teil kann man die Sichtbarkeit von Linien, Materialien, Objekten und Skizzen einstellen und auch die Sichtbarkeit des Gitters. Außerdem lassen sich mit Hilfe des Kamera-Tools Screenshots erstellen. Im unteren Teil kann man das „Gruppieren“ (Zusammenfügen von Objekten zu einem Objekt) beim Snap-Befehl ein- und ausstellen.



### 2.2.3 Beispiel für ein Modellentwurf mit 123DDesign

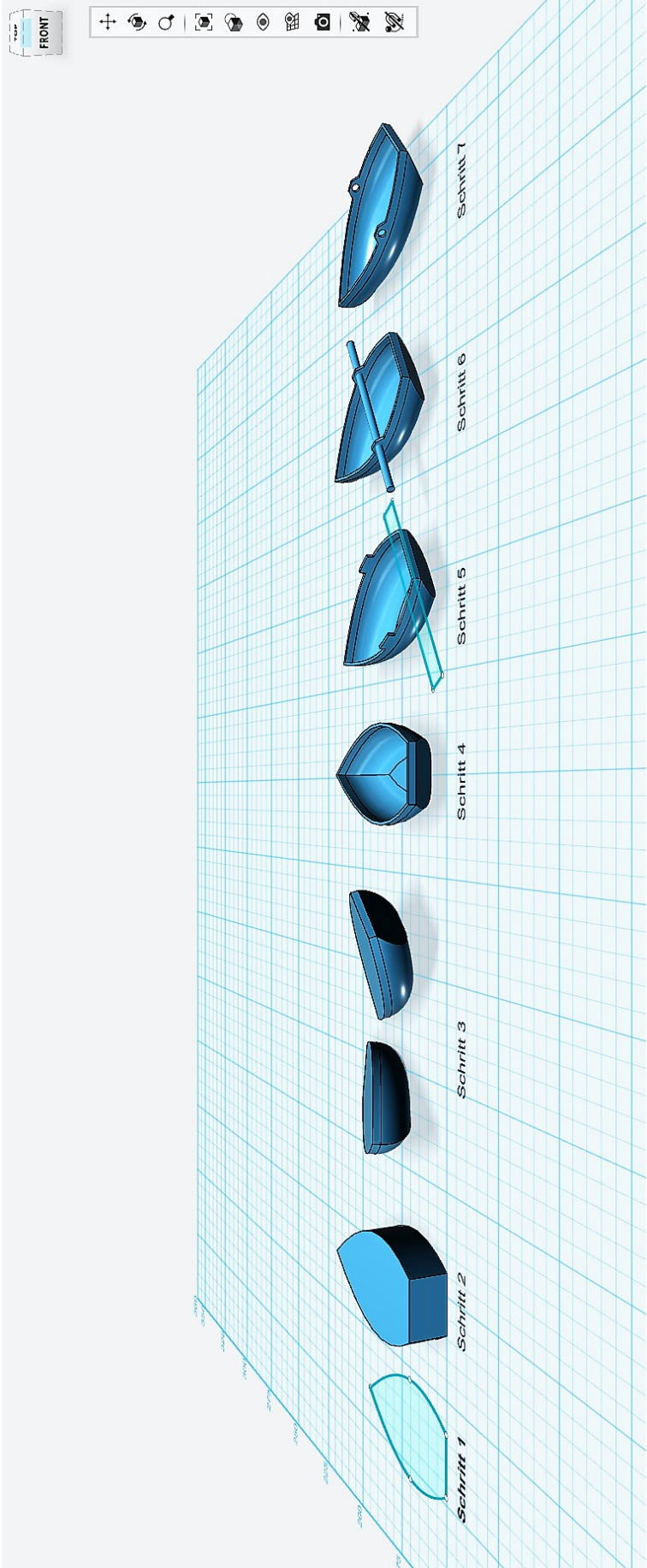


Abbildung 8: Entwicklung des Boots



Nach dem Starten des Programms landet man auf der oben beschriebenen Oberfläche. Gerade für den Anfang empfiehlt es sich, ein Modell aus den schon vorgefertigten geometrischen Körpern zu erstellen. Nach kurzer Experimentierphase folgt dann die Entwicklung des Modells über eine Skizze. In diesem Beispiel hat die Skizze die Grundform eines Bootes (siehe in Abbildung 8 Schritt 1).

Skizzen sind jedoch nur zweidimensional und somit nicht für den 3D Drucker geeignet, dieses Problem kann man mit dem „Extrude“-Tool beheben, da dieses aus einer 2D Skizze eine 3D-Vorlage macht, die die Umrisse der Skizze hat (s.o. Schritt 2).

Im dritten Schritt rundet bzw. schrägt man die Kanten des Blocks so ab, dass die typische Bootsform entsteht. Danach höhlt man mit Hilfe des „Shell“-Tools den Innenraum aus, nun sieht man auch die Rundungen besser (s.o. Schritt 4). Da dieses Boot ein kleines Ruderboot werden soll, zeichnet man im fünften Schritt einen Kasten (s.h. Schritt 5) und teilt mit Hilfe des „Split Solid“ Tools die obere Kante in drei Teile. Den mittleren Teil zieht man dann, wieder mit dem „Extrude“ Tool, höher. Man kann dann im 6. Schritt (s.h. Schritt 6) die Kanten wieder abflachen und außerdem einen Zylinder mit Hilfe der einfachen Körper erzeugen. Diesen kann man mit dem „Snap“ Tool mittig auf die Ruderhalterung platzieren. Wenn man dann den Zylinder nach unten bewegt, sodass er mittig in der Ruderhalterung sitzt, kann man mit dem „Subtract“ Tool ein Loch in die Halterung machen. Nun ist das Boot fertig (s.h. Schritt 7).

Im Programm ist das Boot jetzt fertig, aber noch nicht druckbereit. Dazu muss man es zuvor als STL-Datei exportieren. Mit Hilfe eines weiteren Programms namens Cura kann man dann diese Datei öffnen und Einstellungen wie die Fadendicke, welche für die Feinheit des Druckes wichtig ist für das Drucken bestimmen. Anschließend speichert man die Datei auf einer SD-Karte, welche dann in den 3D-Drucker eingeführt wird, um das Modell zu drucken.

## 3 Der Workshop

### 3.1 Planungsphase

In der Planungsphase arbeiteten wir, wie die Schüler später auch, nach dem Prinzip „Learning by Doing“. Hierbei war es uns wichtig, da den Schülern im Workshop nicht so viel Zeit zum Erlernen des Programmes und zum Austesten der Grenzen des 3D-Druckers haben, viel Erfahrung in diesen Bereichen zu erwerben,

Um möglichst viele Ratschläge bezüglich dieser Grenzen der 3D-Drucker geben zu können sammelten wir zunächst einmal viele Erfahrungen mit unseren eigenen 3D-Modellen. Dabei erwiesen sich folgende Punkte als mögliche Fehlerquellen, auf die wir gleich zu Beginn des Workshops hinweisen wollten:

So ist es wichtig, beim Gestalten der Modelle Überhänge zu vermeiden, da sie vom Drucker nicht hergestellt werden können, weil dem aufzubringenden Material die „Grundlage“ fehlt. Außerdem sollte man schon bei der Gestaltung im Hinterkopf haben, dass der Zeitbedarf für den Ausdruck im Rahmen bleiben sollte.

Durch unsere Erfahrungen mit ersten eigenen Drucken konnten wir im Verlauf des Workshops viele Tipps zum Umgang mit dem Programm und der Möglichkeiten der Umsetzung mit dem 3D-Drucker geben.

Wir erlebten selbst sowohl einige Erfolgsmomente als auch einige Rückschläge.

Um die Zeiteinteilung im Workshop festzulegen kalkulierten wir damit, dass die Schüler im Vergleich zu uns ungefähr das Doppelte an Zeit benötigen würden, um ein Modell fertigzustellen, denn wir waren bereits in das Programm 123D-Design eingearbeitet. Um sich in das Programm einzuarbeiten sollten die Schüler alle Tools in Zusammenarbeit mit einer Erfahrenen Person erlernen um diese auch gleichzeitig ausprobieren zu können.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der bei der Planung berücksichtigt werden musste, war das Finden eines motivierenden Themas, das es der Gruppe zudem ermöglicht, am Ende des Workshops ein gemeinsames Produkt mit nach Hause zu nehmen. Nach einigen verschiedenen Ideen kamen wir zu dem Entschluss, dass eine Straßenlandschaft ein geeignetes Umfeld für die Autos darstellen könnte. So wurde für den Workshop geplant, dass zur Ergänzung der erstellten Automodelle von einer Gruppe Straßenelemente, wie Schilder oder ähnliches, gestaltet werden. Des Weiteren kann diese Gruppe auf ein DIN A3 Blatt eine Kreuzung malen, auf die die Autos später zur Betrachtung aufgeklebt werden können.

Der nächste Planungsschritt war nun das Erstellen eines Zeitplanes und die inhaltliche Ausgestaltung der einzelnen Bausteine des Workshops. Dabei sollte sowohl die Aufgabenstellung, das 3D-Druckverfahren als solches als auch eine Einführung in das Programm 123DDesign möglichst effizient gestaltet werden, damit anschließend noch genügend Zeit für die Erstellung der 3D-Modelle in Gruppenarbeit zur Verfügung stand.

## 3.2 Durchführung des Workshops

Begrüßung und Einarbeiten in das Programm	Gruppenphase	Evaluation und Auswahl der Drucke	Ausstellungsbesuch
ca. 30-45 Minuten	ca. 150 Minuten	ca. 20 Minuten	ca. 40 Minuten

### 3.2.1 Einführung ins Projekt

Zunächst haben wir die Schüler in die Verwendungsbereiche des 3D-Druckers eingeführt. Danach bekamen die Schüler einige der bekanntesten und verbreitetsten 3D-Druckverfahren vorgestellt. Es folgte nun eine Einführung in ihre Aufgabe mit einer Erklärung des 3D-Programms 123D-Design, welches zur Programmierung der 3D-Modelle verwendet werden sollte. Diese Einführung erfolgte Interaktiv, sodass die Schüler die Möglichkeit hatten die gelernten Tools direkt zu benutzen. Dies führt dazu, dass mögliche Fragen zur Benutzung des Programms gleich behandelt werden können und nicht im nachhinein mit jeder Gruppe einzeln besprochen werden müssen. Des Weiteren können die Tools auch gleich ausprobiert werden und die Schüler konnten direkt sehen wie ein Tool funktioniert.

Das von uns in der Einführungsphase erstellte Modell wurde während der anschließenden Gruppenarbeitsphase ausgedruckt, damit die Schüler den Prozess eines Ausdrucks mit dem 3D-Drucker beobachten konnten.

### 3.2.2 Gruppenarbeitsphase

Während der Gruppenarbeitsphase durften die Schüler an ihren eigenen Automodellen arbeiten. Bei Rückfragen oder technischen Problemen standen wir mit Rat und Tat zu Seite. Die Schüler arbeiteten weitestgehend selbstständig und ließen ihrer Kreativität freien Lauf. Bei den Modellen arbeiteten die Kinder mit viel Engagement, wobei sie auch häufig an die Grenzen der Drucker stießen, auf die wir sie dann hinwiesen. In der vorgegebenen Arbeitszeit kamen alle Gruppen zu einem zufriedenstellenden Ergebnis. Die Ergebnisse aller Gruppen wurden anschließend im Plenum mit einem Beamer projiziert und gemeinsam betrachtet. Stärken und Schwächen der einzelnen Modelle wurden herausgearbeitet. Da das Drucken aller entstandenen Modelle leider aus Zeitgründen nicht möglich war wurden von den Schülern die drei schönsten Autos demokratisch bestimmt. Hier war unsere Aufgabe, auf Probleme aufmerksam zu machen. So sollten die ausgewählten Modell keine groben Fehler wie Überhänge oder ein Schweben über dem Boden aufweisen.

### 3.2.3 Führung durchs Museum

Zum Abschluss wurden die Schülerinnen und Schüler durch die aktuelle Ausstellung des Technoseums über die Entwicklung der Automobilherstellung geführt. Hierbei zeigt das Technoseum den zeitlichen Ablauf der Automobilherstellung von der Erfindung bis heute und darüber hinaus sogar einen Ausblick in die zukünftige Entwicklung.

Die Ausstellung ist in sechs Themengebiete eingeteilt, die jeweils einen bestimmten Teil der Geschichte darstellen. Dazu verfügt sie über mehrere ältere Autos, so auch ein original Benz & Söhne Automobil und den berühmten VW-Käfer.

Unser Rundgang startete mit dem Zeitraum vor dem ersten Weltkrieg. In dieser Zeit hatte das Auto einen eher schlechten Ruf und war bei der Bevölkerung wenig beliebt. Sein Nutzen wurde unterschätzt. So kennt man auch die Aussage Kaiser Wilhelms II., der im Auto keine Zukunft sah und auf das Pferd setzte.

Diese Ansicht änderte sich schlagartig mit den ersten Autorennen zu Beginn des 20. Jahrhunderts und dann noch während des ersten Weltkrieges.

Während der Zeit der Weimarer Republik stieg einerseits die Qualität der Automobile, andererseits fiel durch die Fließbandproduktion der Preis, sodass das Auto für eine breitere Masse der Bevölkerung bezahlbar wurde.

Die Nationalsozialisten beauftragten die Entwicklung eines Volkswagens - des VW Käfers - und vermehrten den Einsatz von motorisierten Zweirädern.

Das Ziel – die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung mit dem Volkswagen – musste aufgrund der Umstellung auf Kriegswirtschaft aufgegeben werden und wurde erst nach dem Ende des 2. Weltkrieges wiederaufgenommen.

In der Nachkriegszeit entstand durch die Teilung in Ost- und Westdeutschland ein Unterschied in der technischen Entwicklung: Während es in Westdeutschland zur Entwicklung einer vielfältigen Automobilindustrie kam, wurden in Ostdeutschland - auch aufgrund der Planwirtschaft - nur 2 Modelle (Wartburg und Trabant) gebaut.

Für diesen Zeitraum wurden sowohl der ausgestellte Trabant als auch das Fließband von Porsche besprochen. Hierbei wurde auch der Einfluss der Automatisierung angesprochen.

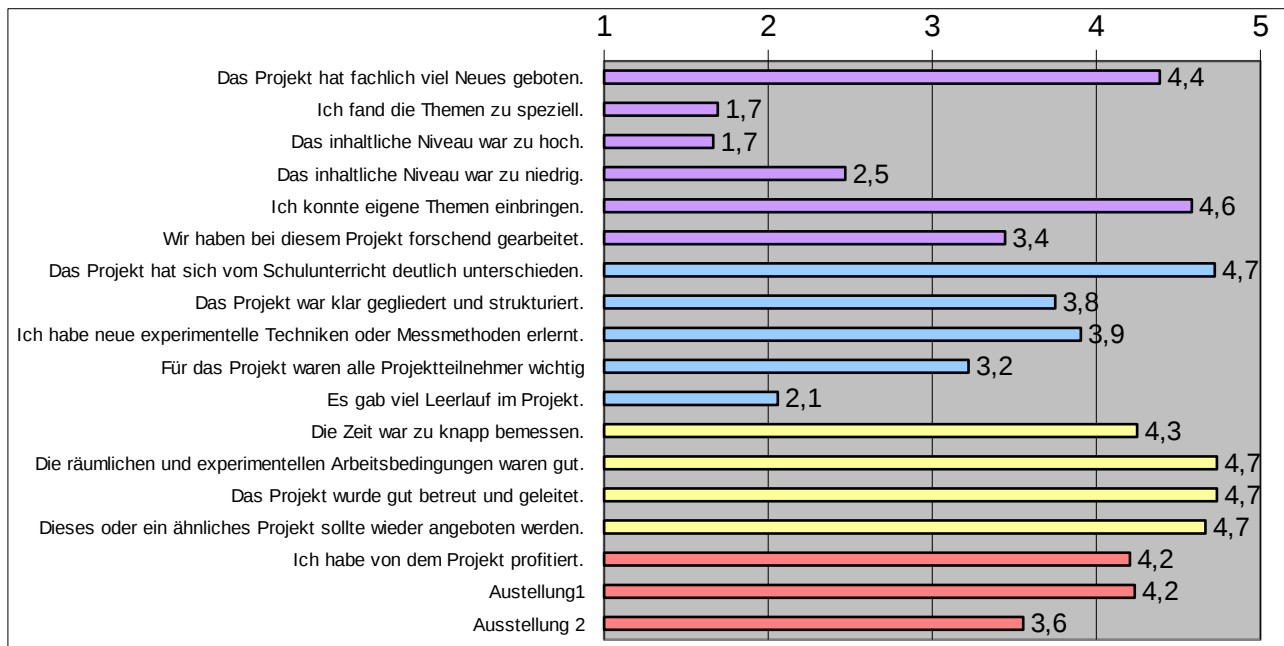
Als Ausblick in die zukünftige Entwicklung zeigt das Technoseum einen 3D-Drucker, der Einzelteile des ausgestellten Benz & Söhne Automobils druckt. Ein Roboter von ABB setzt diese dann in Kooperation mit einem Menschen zu einem fertigen Modell zusammen.

Gerade die historische Entwicklung und die Zusammenschau der geschichtlichen Ereignisse geben einen guten Überblick über die Historie der Automobilentwicklung, die u.a. in Mannheim begann.

## 4 Diskussion

### 4.1 Evaluation

Abbildung 9: Evaluationsergebnisse



Wie bei Hector-Projekten üblich, führten wir auch mit unseren Schülerinnen und Schülern eine Evaluation durch, deren Ergebnis uns ziemlich zufrieden stellte. So wurde das Projekt weder zu schwer, noch zu leicht empfunden, und die meisten Teilnehmer würden gerne an dem Projekt weiterarbeiten. Für nahezu alle Kinder unterschied sich das Projekt deutlich vom alltäglichen Schulunterricht. Die deutliche Mehrheit der Schüler fühlte sich eingebunden und fand keine Stellen der Fehlstrukturierung oder des Leerlaufs im Projekt.

Auch der Besuch der Ausstellung mit den Kindern wurde von diesen gut aufgenommen. Der einzige Wunsch der Kinder war noch etwas mehr Zeit, doch durch das enge Zeitlimit des Technoseums war dies leider nicht möglich.

### 4.2 Erkenntnisse und Verbesserungen

Insgesamt waren nicht nur die Teilnehmer, sondern auch unsere Gruppe selbst höchst zufrieden mit dem Ergebnis unserer Arbeit.

Einige kritische Punkte ereigneten sich während des Workshops, da manche Dinge nicht auf die gewünschte Art funktionierten. Die Idee, das Designprogramm hauptsächlich mit einer Präsentation zu erklären, war nicht zwingend schlecht, doch wir gingen dabei zu schnell vor, und verloren auf dem Weg die Aufmerksamkeit einiger Schüler. Problematisch für die Schüler war auch das Fehlen von Tastaturen an den Tablet-Computern des Technoseums, da diese den Umgang mit 123DDesign um Längen erleichtert. Glücklicherweise konnten mit Hilfe unserer Betreuerin während des Workshops noch genug Tastaturen organisiert werden.

Schließlich gelang es uns nicht immer, Probleme der von den Schülerinnen und Schülern erstellten Modelle sofort zu erkennen: So stellte sich bei einem der ausgewählten Siegermodelle erst beim Ausdruck heraus, dass es sich um ein „schwebendes“ Modell handelte, d.h. es hatte keinen genügenden Kontakt zur oben erwähnten Bodenplatte. Der Ausdruck dieses Modells war deshalb nicht möglich.

Ein organisatorisches Problem stellte sich uns durch unsere Gruppengröße. Die Kommunikation und die Terminfindung gestaltete sich aufgrund sehr unterschiedlicher Stundenpläne schwierig. Termine am Wochenende kamen nicht in frage, da die Labore des Technoseums dann geschlossen sind.

## **5 Danksagung**

Wir danken Familie Hector für die finanzielle Unterstützung des Hectorseminars, was natürlich auch unserer Kleingruppe nützt.

Zudem danken wir dem Technoseum Mannheim, was uns den richtigen Rahmen für unser Projekt bot. Insbesondere danken wir hier Frau Dr. Neuhaus, unserer Betreuerin dort.

Letztlich danken wir unserem Hectorkursleiter, Herrn Dr. Gölz für die Begleitung des Projekts.

## 6 Quellen

[https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61bmAjfw5LS.\\_SL1326\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61bmAjfw5LS._SL1326_.jpg)

<http://www.liv-steinmetz.de/img-demo/betriebssuche.jpg>

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/VW\\_K%C3%A4fer\\_Baujahr\\_1966.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/VW_K%C3%A4fer_Baujahr_1966.jpg)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Opel\\_Laubfrosch#/media/File:Opel\\_laubfrosch.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Opel_Laubfrosch#/media/File:Opel_laubfrosch.jpg)

[https://de.wikipedia.org/wiki/C.\\_Benz\\_S%C3%B6hne#/media/File:C.\\_Benz\\_S%C3%B6hne\\_1924\\_gr%C3%BCn.JPG](https://de.wikipedia.org/wiki/C._Benz_S%C3%B6hne#/media/File:C._Benz_S%C3%B6hne_1924_gr%C3%BCn.JPG)

[https://www.pcwelt.de/produkte/Ultimaker\\_2\\_im\\_Test-3D-Drucker-8795704.html](https://www.pcwelt.de/produkte/Ultimaker_2_im_Test-3D-Drucker-8795704.html)

<http://www.maclife.de/news/spannende-geschichte-hinter-3d-druck-10071890.html>

<https://www.3d-grenzenlos.de/magazin/forschung/12-beispiele-fuer-3d-druck-in-medizin-2784063/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_printing#History](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing#History)



## **7 Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit versichern wir, dass wir diese Arbeit unter der Beratung durch Herr Gölz und Frau Neuhaus selbstständig verfasst haben und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden, sowie Zitate kenntlich gemacht wurden.

Tobias Gund, Jonathan Gerlach, Cathleen Jansen

Heidelberg, den 19.09.2017